

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS

POLUIÇÃO NO MAR CAUSADA POR DERRAMAMENTO DE ÓLEO.

Rio de Janeiro 2012

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS

ADRIANA MARIA BORGES

**PLANOS DE CONTIGÊNCIA ADOTADOS PARA CONTER A POLUIÇÃO
CAUSADA PELO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR.**

Apresentação de monografia
ao Centro de Instrução Almirante
Graça Aranha como condição prévia
para a conclusão do Curso de
Aperfeiçoamento para Oficiais de
Máquina (APMA).

Orientador: Professor OSM
Ramesses Cesar da Silva Ramos.

Rio de Janeiro 2012

FOLHA DE AVALIAÇÃO

ADRIANA MARIA BORGES

PROFESSOR ORIENTADOR: OSM Ramesses Cesar da Silva Ramos.

NOTA : _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

BANCA EXAMINADORA

Profª Ms

Examinador – CIAGA

Profº Ms

Examinador – CIAGA

AGRADECIMENTOS

Aos professores, aos amigos de turma, ao meu orientador OSM Ramesses.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que tanto amo, meu irmão e ao meu amado Bernardino.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é abordar a forma de combate à Poluição por Óleo através de um Plano de Contingência. Depois do vazamento de petróleo no Golfo do México que deixou um poço aberto no fundo do mar a mais de 1,5Km da superfície, jorrando mais de 72 milhões de litros, pode-se discutir o que é um Plano de Contingência para esse tipo de acidente. Ele define a estrutura organizacional, os procedimentos e os recursos disponíveis para resposta a eventos de poluição por óleo no mar, nos diversos níveis operacionais ou de ações requeridos seja ela local, regional ou nacional. Inicialmente serão tratados os aspectos históricos sobre o transporte de óleo por navio, ocorrência de vazamento de óleo no mar, as convenções internacionais, o modelo de plano de contingência, os procedimentos a serem cumpridos no plano de contingência de acordo com a convenção MARPOL. O estudo conclui que o derramamento de óleo e substância perigosa pode causar grande prejuízo econômico para humanidade e que para derramamentos de grande quantidade não se sabe se o plano de contingência é eficaz, os de pequena quantidade são controlados até mesmo pela própria tripulação com seus planos de contingência de bordo, e a forma mais eficaz de combater a este tipo de evento é a prevenção e o treinamento constante.

Palavras-chaves: Combate a Poluição, Plano de Contingência, Vazamentos.

ABSTRACT

The objective of this study is to discuss how to combat the oil pollution through a contingency plan. After the oil spill in the Gulf of Mexico that left an open pit in the seabed more than 1.5 km from the surface, gushing more than 72 million liters, we can discuss what is a contingency plan for such accident. It defines organizational structure, procedures and resources available for response to oil pollution events at sea, operating at different levels of actions required or whether local, regional or national. Initially the historical aspects will be treated on the transport of oil by ship, occurrence of oil spill at sea, international conventions, the model contingency plan procedures to be fulfilled in the contingency plan in accordance with the MARPOL convention, the sopep kit to combat pollution from Petrobras. The study concludes that the oil spill and hazardous substance can cause great economic harm to humanity and to spills of large quantities is not known whether the contingency plan is effective, small quantities are controlled even by his own crew with plans contingency maps, and most effective way to combat this type of event is the prevent and constant training.

Keywords: pollution combat, contingency plan, leaks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Área do vazamento do óleo da Chevron na Bacia de Campos.....	19
Figura 2.2. Derramamento de Óleo	20
Figura 2.3 Aves mortas pelo derramamento de óleo.....	22
Figura 3.1. Petróleo degradado, com elevada viscosidade e densidade. Acidente Hamilton Lopes, janeiro. 1976. São Sebastião, SP.....	26
Figura 3.2. Recobrimento físico em sedimento de praia devido a um derrame de óleo pesado.....	28
Figura 4.1 <i>Destino do óleo derramado</i>	31
Figura 5.1. <i>Vazamento de óleo</i>	34
Figura 5.2. Exercício simulado desenvolvido pela PETROBRAS em São Sebastião	46
Figura 5.3. Lançamento de barreira de contenção	46
Figura 5.4. Lançamento de barreira de contenção	47
Figura 5.5. Barreira absorvente	47
Figura 5.6. <i>Contenção e remoção com barcaça recolhadora</i>	48
Figura 5.7. Skimmer de disco e Skimmer de fita	48
Figura 5.8. <i>Barcaças recolhadoras</i>	49
Figura 5.9. Aplicação de turfa vegetal	50
Figura 5.10. Limpeza manual de costões rochosos e praias.....	50
Figura 5.11. Limpeza natural.....	51
Figura 5.12. Bombeamento a vácuo	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Propriedades do Petróleo.....	23
Tabela 3.2. Classificação dos tipos de óleo	25
Tabela 5.1 Classificações do vazamento	36
Tabela 5.2. Características estruturais das barreiras de contenção.....	47

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1.	ACIDENTES AMBIENTAIS NO BRASIL CAUSADO PELA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO.....	12
2.	IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR.....	16
2.1.	PELA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DO PETRÓLEO.....	16
2.2.	PELO TRANSPORTE DE PETRÓLEO E DERIVADOS.....	19
2.3.	PELO DERRAME DE ÓLEO NO MAR.....	20
3.	CARACTERÍSTICAS DO ÓLEO	23
3.1.	ASPECTOS FÍSICOS E QUÍMICOS	23
3.2.	TOXICOLÓGICOS	27
4.	COMPORTAMENTO DO PETRÓLEO NA COLUNA D'ÁGUA.....	31
4.1.	ESPALHAMENTO	31
4.2.	OXIDAÇÃO.....	31
4.3.	DISPERSÃO	32
4.4.	EVAPORAÇÃO	32
4.5.	EMULSIFICAÇÃO.....	32
4.6.	DISSOLUÇÃO	32
4.7.	BIODEGRADAÇÃO.....	33
4.8.	SEDIMENTAÇÃO.....	33
5.	PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA VAZAMENTO DE ÓLEO NO MAR.....	34
5.1.	DEFININDO PLANO DE CONTINGÊNCIA.....	36
5.2.	OBJETIVOS DO PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA NAVIOS PETROLEIROS	37
5.3.	PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO	38
5.3.1.	Relator do Incidente.....	39
5.3.2.	A Informação que deve ser emitida	39
5.3.3.	Quem Deve ser Notificado.....	40
5.3.4.	Informações Fornecidas	42
5.3.5.	Relatórios de Acompanhamento.....	42
5.3.6.	Controle de Derrames	43
5.4.	TREINAMENTOS E SIMULAÇÕES	43
5.5.	CONTENÇÃO E REMOÇÃO.....	46
5.6.	LIMPEZA DE AMBIENTES COSTEIROS	49
	CONCLUSÃO.....	53
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

As questões relacionadas aos Oceanos assumem importância central para a vida na Terra. O entendimento da estrutura e dos processos oceanográficos e suas interações com atmosfera, biosfera e continente, são necessários para o desenvolvimento dos países costeiros. O mar é a fonte de alimento, emprego, energia, lazer e divisas para a nação costeira. Os recursos do mar deverão ser utilizados de forma sustentável com base em conhecimentos científicos e tecnológicos (CASTRO FILHO *et al.*, 2001).

O transporte marítimo e as demais operações que os envolvem, além de ser de grande importância econômica, são também das mais perigosas (ARAÚJO *et al.*, 2006).

Há séculos mercadorias cruzam longas distâncias pelo mar. O transporte marítimo é, sem dúvida, o mais barato e ecologicamente correto. Cerca de 95 % do comércio mundial é realizado por este tipo de transporte e sabe-se que os petroleiros carregam uma carga superior a 40 % de todo o comércio marítimo mundial (BRANDÃO, 2005).

Em suas atividades de exploração, as plataformas de petróleo são instalações bastante complexas e, por operarem distantes da costa e de socorros imediatos, necessitam de certo grau de autonomia, além de outros meios de salvamento, o que requer um elevado nível de coordenação (FREITAS *et al.*, 2003).

Os incidentes mais comuns que causam a contingência são: incêndios, rebeliões, tsunamis, furacões, falta de energia, ataques de hackers, vazamentos químicos, atentados terroristas, acidentes e erros humanos. Os Planos de Contingência devem se concentrar nos incidentes de maior probabilidade e não nos catastróficos que, normalmente, são menos prováveis de acontecer.

O monitoramento ambiental destas áreas, onde ocorrem atividades de prospecção, exploração e transporte de petróleo, com a finalidade de prevenir e

minimizar acidentes com óleo e gás, é imperativo. Esta necessidade fica evidente na Portaria do MCT n. 552 de 08/12/1999 que define as diretrizes gerais de Plano Nacional de Ciência & Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural - CTPETRO - cujo objetivo final é a elaboração de um Plano de Contingência para derramamento de óleo no mar nas diversas áreas de exploração e produção offshore no Brasil, com participação conjunta dos operadores. Para elaboração de Planos de Contingência faz-se necessário o mapeamento das áreas sensíveis ao derramamento de óleo, bem como modelos provisionais do movimento da mancha de óleo, a partir de bancos de dados consistentes para incluir as diversas fases de monitoramento ambiental (CASTRO *et al.*, 2003). O Plano de Contingência é um dos sistemas pelo qual uma empresa estabelece procedimentos padrões seguidos por toda a estrutura organizacional no controle das causas dos sinistros e seus impactos. É um plano personalizado em que se criam todas as hipóteses acidentárias possíveis de acontecer, baseadas nos riscos que se têm (BARCELLOS, 2004).

1.1. ACIDENTES AMBIENTAIS NO BRASIL CAUSADO PELA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO

Além das políticas externas, outro fato que influenciou fortemente na adoção de instrumentos de Gestão de política ambiental foram os acidentes catastróficos que, ocorreram no Brasil, em grande parte, nos processos da Indústria de Petróleo e Gás. Os acidentes mais catastróficos relacionados à Indústria de Petróleo e Gás, no Brasil, foram (Souza Filho, 2006):

Em 6 de dezembro de 1960, o navio-tanque Sinclair Petroleiro, afundou em frente às costas do Brasil com aproximadamente 60.000 t.

Em agosto de 1974, o navio-tanque Takimyia Maru chocou-se com uma rocha no Canal de São Sebastião, litoral norte de São Paulo, causando o vazamento aproximado de 7.000 m³ de óleo .

Ainda em 1974, em 29 de agosto, o navio Esso Garden State, quando estava em um porto ou terminal no Brasil derramou 5.882 m³, durante operação de carregamento.

Em 26 de março de 1975, o navio-tanque iraquiano Tarik Ibn Ziyad encalhou, enquanto navegava no canal central da Baía de Guanabara. Os tanques se romperam e vazaram por cerca de 15 horas. Os registros de volume de produto derramado é de aproximadamente 7.000 m³ de óleo cru.

Em março de 1975, o navio finlandês Enskeri, de propriedade da companhia estatal finlandesa Neste Oil, pretendia despejar 7 toneladas de arsênico, acondicionadas em 690 barris de concreto, para facilitar sua imersão nas águas do Atlântico Sul. A denúncia veiculada pela imprensa nacional provocou reação da opinião pública e do governo, o que impediu que este alijamento se concretizasse. Este incidente provocou a mobilização das delegações do Brasil, Argentina e Uruguai que participavam da Conferência das Nações Unidas sobre Direito do Mar, realizada em Genebra, para apresentação de protesto contra a decisão de alijamento do produto.

Na manhã de 9 de janeiro de 1978, o petroleiro Brazilian Marina encalhou no canal de São Sebastião, em São Paulo. Os tanques perfurados deixaram vaziar petróleo cru e, segundo diferentes fontes, em torno de 6.000 m³.

Cerca de 2.800 m³ atingiram a costa de São Paulo e sul do Rio de Janeiro, e o restante se deslocou para o mar. Em 26 de maio de 1978, o navio-tanque Aminona derramou 23.305 m³ de óleo combustível n° 2 no Banco do Meio, situado na zona econômica exclusiva brasileira.

Em 27 de outubro de 1979, o petroleiro Gunvor MAERSK se incendiou e derramou 12.000 t de óleo combustível, no rio Amazonas. Em 14 de outubro de 1983, em Bertioga, São Paulo, o rompimento de oleoduto da Petrobras que liga São Sebastião a Cubatão, por ações de terceiros, provocou vazamento de 2.500 m³ de petróleo.

Em 17 março de 1985, ao colidir com o píer do terminal de São Sebastião, o navio Marina deixou vaziar de 2.000 m³ de óleo para o mar, atingindo as praias dos quatro municípios do litoral norte do Estado de São Paulo.

Em dezembro de 1986, o petroleiro Brotas, de 91.670 toneladas de arqueação bruta, pertencente à FRONAPE, colidiu com a embarcação Jacuí, também da FRONAPE, entre o Cabo de São Tomé e Cabo Frio. O Brotas, no acidente, avariou casco de bombordo, derramando mais de 1.600 m³ de óleo no mar.

Em 15 de maio de 1994, o rompimento do oleoduto que liga o Terminal de São Sebastião (TEBAR) à Refinaria Presidente Bernardes em Cubatão, decorrente de corrosão, provocou o vazamento de 2.700 m³ de petróleo sergipano terrestre, afetando comunidades de costões rochosos que vinham sendo monitoradas desde 1993. Estudos verificaram que apesar da grande quantidade e da alta toxicidade apresentada pelo petróleo em questão (sergipano terra), houve efeito físico (recobrimento físico) ou químico (efeito tóxico) do óleo, porém o ecossistema retornou as suas condições iniciais, não havendo grande impacto nas populações estudadas. Cabe frisar que este mesmo oleoduto foi fonte de derrame em 1983.

Em 10 de março de 1997, dois rompimentos no oleoduto de transporte de produtos escuros (PE-II), que interliga as instalações do Sistema de Dutos e Terminais do Sudeste (DTSE) à Refinaria Duque de Caxias (REDUC), provocaram vazamento de óleo combustível marítimo (MF-380), no mangue situado entre a refinaria e a Baía de Guanabara.

Em 18 de janeiro de 2000, cerca de 1.300 metros cúbicos de óleo combustível marítimo (MF-380) vazaram de uma das linhas do sistema de oleodutos de transferência de produtos da Refinaria Duque de Caxias (REDUC) para o Terminal da Ilha D'Água (TORGUÁ), na Baía de Guanabara. Uma fenda transversal, abrangendo cerca de meia circunferência do duto, foi constatada por inspeção submarina.

Em 16 de março de 2000, a falha mecânica na válvula do convés do navio MAFRA IV ocasionou o derrame de 7.250 m³ de petróleo, proveniente do Campo de Marlim, da Bacia de Campos. Este derramamento, no Canal de São Sebastião, provocou recobrimento de óleo em costões rochosos e sedimento das praias.

No dia 15 de novembro de 2004, o navio-tanque Vicuña, de bandeira chilena, sofreu uma explosão no porto de Paranaguá, enquanto descarregava metanol. Depois da explosão, o navio se partiu em dois blocos e um deles afundou . Estima-se que houve derrame de 425 m³ de óleo combustível marítimo IFO180 e cerca de 1.130 m³ t de óleos diesel e hidráulico lubrificante.

2. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR

As consequências de um derrame de óleo sobre ambientes costeiros e marinhos são determinados por vários fatores, como: composição química do óleo, quantidade derramada, condições meteorológicas e oceanográficas (ventos, correntes e marés), posição geográfica e dimensões da área afetada.

A toxicidade afeta a vida marinha a curto e longo prazo, a curto prazo pois causa a morte da vida marinha e a longo pois o óleo pode ser incorporado à carne dos animais, tornando-a inadequada ao consumo humano. Mesmo em baixas concentrações, o óleo pode interferir nos processos vitais à reprodução. Modificando ciclo reprodutivo, toda a cadeia alimentar é afetada, acarretando danos irreparáveis ao ecossistema.

Observando a frequência dos acidentes envolvendo derramamentos de óleo, é importante buscar um meio de se remediar o dano causado e a importância da manutenção da qualidade da água do mar e ambientes costeiros.

2.1. PELA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DO PETRÓLEO

As atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural, em áreas offshore, têm o potencial de causar uma grande variedade de impactos sobre o meio ambiente. Entende-se impacto ambiental como qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização. Aspectos ambientais são os elementos das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente (ABNT ISO14001, 2004). Tais “impactos” dependem, basicamente, do estágio de desenvolvimento dos processos, do tamanho e da complexidade dos projetos, da natureza e da sensibilidade do ambiente, no qual serão desenvolvidas as atividades, e da eficácia do planejamento, assim como, das técnicas de prevenção, controle e mitigação da poluição e dos outros efeitos adversos sobre o meio ambiente. A Cadeia Produtiva upstream da indústria de petróleo e gás natural

pode ser dividida em quatro grandes etapas, segundo a definição na ANP (Lei 9.478/97):

- **Exploração** – consiste no conjunto de operações ou atividades destinadas a avaliar áreas, objetivando a descoberta e a identificação de jazidas de petróleo ou gás natural.

- **Desenvolvimento** – consiste no conjunto de operações e investimentos destinados a viabilizar as atividades de produção de um campo de petróleo ou gás natural (Lei 9.478/97).

- **Produção** – consiste no conjunto de operações coordenadas de extração de petróleo ou gás natural de uma jazida e de preparo para a sua movimentação (Lei 9.478/97).

- **Abandono** – consiste na série de operações destinadas a restaurar o isolamento entre os diferentes intervalos permeáveis, podendo ser:

- a) permanente, quando não houver interesse de retorno ao poço; ou

- b) temporário, quando, por qualquer razão, houver interesse de retorno ao poço. Com relação às atividades de perfuração, todos os tipos de perfuração são associados à geração de resíduos, tais como lamas e cascalhos de perfuração. Os cascalhos são separados das lamas e limpos em separadores especiais. A quantidade de óleo residual presente nos cascalhos é maior quando são utilizadas lamas à base de óleo. As lamas separadas e os fluidos de limpeza dos cascalhos são, parcialmente, reciclados para o sistema. Os cascalhos e a lama restante podem ser descarregados no mar ou transportados para terra, para serem corretamente dispostos, a depender da situação e das exigências ambientais, sendo mais comum a primeira forma de descarte. Os cascalhos cobertos por óleo e, frequentemente, por fluidos de perfuração tóxicos são a maior fonte de poluição das operações de perfuração. Por outro lado, sabe-se hoje que a disposição dos cascalhos, próximo ao leito marinho, ao invés de seu lançamento na superfície da água, pode limitar a dispersão dos poluentes suspensos e, conseqüentemente, reduzir a magnitude de seu impacto potencial sobre o meio ambiente. Muitos países e companhias de

petróleo estão buscando formas efetivas de limpar e reduzir a toxicidade dos cascalhos de perfuração contaminados por óleo. Recentemente, foi desenvolvida nos Estados Unidos uma tecnologia de remoção dos resíduos de perfuração, especialmente dos cascalhos, a partir de sua reinjeção na formação geológica. Esta técnica oferece uma possibilidade de se obter a descarga zero, para este tipo de resíduo. O perigo das lamas de perfuração, para o meio ambiente, está relacionado, particularmente, à presença de materiais lubrificantes na sua composição. Estas substâncias lubrificantes possuem, normalmente, uma base de hidrocarbonetos e são necessárias para assegurar a eficácia da perfuração, especialmente no caso de perfuração direcional ou de perfuração de rochas sólidas.

Os lubrificantes são adicionados nos fluidos de perfuração, desde o início como parte das formulações originais ou no decorrer do processo, quando as necessidades operacionais aparecem. Em ambos os casos, as lamas utilizadas e os cascalhos cobertos por esses fluidos contêm consideráveis quantidades de hidrocarbonetos estáveis e tóxicos, assim como de um grande espectro de muitas outras substâncias. Outra fonte de poluição por óleo é a areia extraída junto com os hidrocarbonetos. A quantidade de areia produzida pode variar bastante, em função das regiões, e mesmo durante a produção numa mesma área. Em alguns casos, a areia constitui parte considerável do produto extraído. Mais frequentemente, a areia é limpa e despejada no mar, no mesmo local do poço. Com relação às atividades de produção, praticamente todos os seus estágios e operações em áreas offshore são acompanhados pela geração de efluentes líquidos e gasosos, assim como de resíduos sólidos indesejáveis. Especificamente, o condicionamento (partida) das instalações pode resultar em mudanças de desempenho temporárias dos processos, que podem originar emissões atmosféricas incomuns (tais como aquelas decorrentes de ventilação e queima de gás em flares e da queima de combustíveis, para geração de energia), descarte de efluentes no mar, tais como o descarte de produtos químicos e geração de águas de produção de pior qualidade (Mariano, 2007). Dentre os impactos ambientais, os grandes vazamentos são os que causam maior dano ao meio ambiente, em um curto espaço de tempo, necessitando do acionamento dos Planos de Contingência, para mitigação de seus efeitos. Os grandes vazamentos podem ocorrer por falta de controle do poço tendo, como

evento final, o Blowout ou uma combinação de falhas humanas e de equipamentos que levem à ruptura de dutos ou mesmo ao afundamento de uma plataforma.

Figura 2.1. Área do vazamento do óleo da Chevron na Bacia de Campos.



Fonte: veja.abril.com.br

2.2. PELO TRANSPORTE DE PETRÓLEO E DERIVADOS

O transporte de hidrocarbonetos no país vincula-se a três funções: o escoamento da produção dos campos de exploração para instalações de armazenamento e de processamento, a importação e exportação de petróleo bruto e derivado, e a distribuição dos produtos processados. Para que tais objetivos sejam atendidos, torna-se imprescindível a combinação de meios de transporte e instalações. Tem-se, então, a integração de dutos, terminais e navios petroleiros e, de forma complementar, o transporte ferroviário e rodoviário. No Brasil, o transporte marítimo realizado pelos navios petroleiros constitui-se no principal modal, atuando tanto na navegação de longo curso, como na navegação de cabotagem, ao longo de toda a costa brasileira. A interligação com a terra é feita através dos terminais marítimos, peças-chave nesta cadeia logística, distribuídos ao longo de toda a costa brasileira. Diferentemente da tendência de transporte de cargas nos EUA, o modal com maior participação no transporte de petróleo e derivados no Brasil é o aquaviário, seguido pelos modais dutos viário, ferroviário e rodoviário. Devido à produção de petróleo no país estar concentrada na exploração offshore, apenas a Bacia de Campos, em 2002, foi responsável por 82,5% (438.292 mil barris) da

produção nacional de petróleo (ANP, 2003) e tem 80% de sua produção total escoada por navios e o restante (20%) via dutos (Brasil Energia, 2002). A atividade de transporte de petróleo e derivados tem grande potencial de impacto ambiental agudo, principalmente, devido ao grande volume transportado. O transporte de petróleo e derivados pode causar descargas de portes variáveis, desde as maiores proporcionadas por acidentes com petroleiros até as relativamente pequenas, mas frequentes, descargas operacionais. Mundialmente, este transporte lança no ambiente cerca de 100.000 toneladas de hidrocarbonetos, por ano. Além do grande vazamento de óleo, existem os impactos ambientais crônicos, tais como emissões atmosféricas, geração de resíduos, utilização de tintas tóxicas e transferência de espécies exóticas através da água de lastro (IMO 2004). Um derrame de óleo pode gerar uma série de impactos sobre os organismos e os ecossistemas, e em atividades costeiras, prejudicando atividades recreativas, como banho de praia, mergulho, pescaria, e gerando contestações por parte da população, do comércio (hotéis, restaurantes, turismo), do governo local, de indústrias que usam recursos do mar e de outros setores da sociedade que se utilizam do ambiente afetado.

Figura 2.2. Derramamento de Óleo



Fonte: coreiodobrasil.com.br

2.3. PELO DERRAME DE ÓLEO NO MAR

Para entender o impacto causado pelo petróleo, é necessário entender sua composição química. O petróleo é derivado de matéria orgânica de origem biológica. Os restos de plantas e animais, depois de sedimentarem em lamas argilosas, são

submetidos a transformações aeróbicas e anaeróbicas por bactérias. O produto degradado, junto com os restos de bactérias, é, mais tarde, transformado sob alta pressão e temperaturas que não excedem 150° C. As reações de transformação procedem em sítios catalíticos presentes nas adjacências das superfícies das rochas em presença de água, ácido sulfúrico, enxofre e outros componentes inorgânicos.

Durante esses processos, o petróleo, que está disperso, acumula-se por migração em reservatórios e, finalmente, formam os poços de petróleo. Portanto, para que se forme uma jazida petrolífera, são necessárias as seguintes condições: a existência de sedimentos, originalmente, ricos em matéria orgânica e de condições propícias às transformações químicas e bioquímicas dos compostos orgânicos, a ocorrência de processos migratórios e de rochas reservatórias com boa porosidade, a fim de que o petróleo possa escorrer livremente entre os interstícios, e também a existência de estruturas acumuladoras, para que este possa ser economicamente explorável.

Devido a essas condições, cada óleo apresentará diferentes características, tanto físicas, como químicas. Assim, uma definição precisa da composição do petróleo é impossível, uma vez que não existem dois óleos exatamente iguais. Quando derramado no mar, o petróleo se espalha formando uma mancha, de espessura variável e tem sua trajetória alterada em função da velocidade e direção dos ventos superficiais e correntes marinhas. Este processo faz com que a mancha do óleo derramado se expanda, aumentando sua área e diminuindo sua espessura. A mancha, no seu percurso, em direção à costa ou ao alto mar, sofrerá uma série de processos intempéricos que, por sua vez, são influenciados por outros fatores, como o estado do mar (temperatura, pH e salinidade) e do clima (umidade e radiação solar), a presença de bactérias e materiais particulados suspensos na água, e, principalmente, das propriedades físico-químicas do óleo derramado. Os processos da reação do petróleo na água são (ITOPF, 2010).

Figura 2.3 Aves mortas pelo derramamento de óleo



Fonte: blogs.jovempan.uol.com.br

3. CARACTERÍSTICAS DO ÓLEO

O óleo é uma mistura complexa envolvendo uma grande quantidade de substâncias químicas. De acordo com sua constituição, podem ter diferentes características físicas, químicas e toxicológicas as quais se alteram ao longo do tempo, se presentes no ambiente marinho. O conjunto dessas alterações faz parte de um processo denominado intemperismo do óleo.

Tabela 3.1. Propriedades do Petróleo

Em geral, os óleos são classificados como:	
NÃO PERSISTENTES	PERSISTENTES
Gasolina	
Nafta	Óleos crus
Querosene	
Óleos leves	

3.1. ASPECTOS FÍSICOS E QUÍMICOS

O petróleo é derivado de matéria orgânica de origem biológica. Os restos de plantas e animais, depois de sedimentarem em lamas argilosas, são submetidos a transformações aeróbias e anaeróbias por bactérias. O produto degradado, junto com os restos de bactérias, é mais tarde transformado sob alta pressão e a temperaturas que não excedem 150⁰C. As reações de transformação procedem em sítios catalíticos presentes nas adjacências das superfícies das rochas em presença de água, ácido sulfúrico, enxofre e outros compostos inorgânicos. Durante esses processos o petróleo que está disperso, acumula-se por migração em reservatórios e finalmente formam os poços de petróleo (Speers e Whithehead, 1969).

Portanto para que se forme uma jazida petrolífera são necessárias as seguintes condições: a existência de sedimentos originalmente ricos em matéria orgânica, condições propícias às transformações químicas e bioquímicas dos compostos orgânicos, ocorrência de processos migratórios e rochas reservatórias com boa porosidade a fim de que o petróleo possa escorrer livremente entre os interstícios, e também a existência de estruturas acumuladoras para que este possa ser economicamente explorável (Leinz e Amaral 1966).

Devido a essas condições, cada óleo formado apresentará diferentes características, tanto físicas como químicas. Assim, uma definição precisa da composição do petróleo é impossível, uma vez que não existem dois óleos exatamente iguais (Speers e Whithehead, 1969; Tissot e Welt 1984).

Quimicamente falando, o petróleo apresenta milhares de compostos diferentes, formando uma mistura muito complexa. Entre os principais componentes estão os hidrocarbonetos que chegam a atingir 98% da composição total (Clark e Brown 1970). Enxofre, nitrogênio e oxigênio são os constituintes menores mais importantes. Há ainda metais traço como vanádio, níquel, sódio, cálcio, cobre e urânio (Posthuma, 1977). Devido à predominância de hidrocarbonetos no petróleo, são esses os compostos utilizados como indicadores deste tipo de poluição. Os hidrocarbonetos no entanto não existem apenas no petróleo, eles ocorrem normalmente como produtos de biossíntese da maioria das plantas e animais. Os hidrocarbonetos do petróleo compreendem os n-alcenos, isoalcenos, cicloalcenos, e aromáticos. Entre esses os predominantes são os n-alcenos e os alcenos com cadeia ramificada. Esse composto contém quantidades de carbono que variam de 1 até 78 átomos em alguns tipos de petróleo (Ludwig, 1965). O mais importante grupo de ramificados são os isoprenóides contendo 13 átomos de carbono, sendo o pristano e o fitano com 19 e 20 átomos de carbono respectivamente (Volkman et al 1992).

Vários dos ciclos alcenos, também chamados de ciclo parafinas ou naftenos, estão entre os constituintes menores mais importantes. Os aromáticos são os que contêm um núcleo benzênico ou mais, entre eles estão os policíclicos aromáticos que contêm 3 ou mais núcleos. Os Naftenos aromáticos apresentam estruturas cíclicas saturadas e aromáticas ao mesmo tempo (NRC, 1985). Produtos refinados como gasolina, diesel, óleos lubrificantes, querosene, óleo combustível contêm os mesmos compostos que o petróleo, mas com um intervalo de pontos de ebulição mais restrito. Além disso, em processo de refino, como o craqueamento, há geração de olefinas (alcenos e cicloalcenos), que existem em alta concentração na gasolina (NRC, 1985).

Em geral, os óleos são classificados como:

a) não persistentes: tendem a desaparecer rapidamente da superfície do mar (gasolina, nafta, querosene, óleos leves);

b) persistentes: dissipam mais vagarosamente (óleos crus).

$$\text{Grau API} = \left(\frac{141,5}{\text{gravidade específica}} \right) - 131,5$$

Tabela 3.2. Classificação dos tipos de óleo

Classificação dos tipos de óleo					
Grupo	Densidade	API	Composição	Meia Vida	Persistência
I	< 0,8	> 45	Leve	~ 24 h	1 - 2 dias
II	0,80 à 0,85	35 à 45	Leve	~ 48 h	3 - 4 dias
III	0,85 à 0,95	17,5 à 35	Pesado	~ 72 h	5 - 7 dias
IV	> 0,95	< 17,5	Pesado	~ 168 h	> - 7 dias

Fonte: ITOPF - The International Tanker Owners Pollution Federation

Praticamente todos os óleos têm gravidade específica menor que 1. Processos de intemperismo podem alterar as propriedades do óleo tornando-o mais denso provocando seu afundamento na água. Outras importantes propriedades do óleo são:

Volatilidade - A volatilidade de um óleo é caracterizada pela sua destilação. Conforme a temperatura de um óleo aumenta, diferentes componentes atingem seu ponto de ebulição.

As características de destilação são expressas pela proporção do óleo original que se destila a uma dada temperatura.

Viscosidade - É a resistência ao fluxo. Depende diretamente da temperatura e quantidade de frações leves na mistura. Influencia a taxa de espalhamento e

espessura das manchas de óleo bem como seu comportamento no ambiente e nos procedimentos de limpeza empregados.

Figura 3.1. Petróleo degradado, com elevada viscosidade e densidade. Acidente Hamilton Lopes, janeiro. 1976. São Sebastião, SP.



Fonte: Cetesb.sp.gov.br

Pour Point ou Fluidez - É a temperatura abaixo da qual o óleo não fluirá. Resultado da formação de uma estrutura microcristalina que amplia a viscosidade e tensão superficial do produto. Tensão superficial geralmente varia entre 32°C a -57 °C; óleos leves e menos viscosos, apresentam ponto de pureza mais baixos.

Tensão superficial - É a força de atração entre as moléculas de superfície de um líquido. Esta, juntamente com a viscosidade, determina a taxa de espalhamento das manchas de óleo. Tensão superficial decresce com aumento da temperatura. Óleos leves apresentam menos tensão superficial.

Ponto de ignição ou "Flash Point" - Temperatura em que os vapores de um produto irão ignizar quando em contato com uma fonte de ignição. Constitui um importante fator de segurança durante operações de limpeza. Óleos leves e produtos refinados podem ignizar facilmente, ao passo que óleos pesados e/ou intemperizados não causam sérios riscos de incêndio.

Solubilidade - Processo em que uma substância pode se dissolver em um dado solvente; no caso, a dissolução do óleo em água. A solubilidade de um óleo em água é muito baixa. Nos óleos menos densos, a fração hidrossolúvel é geralmente maior se comparada à dos óleos mais densos.

Tabela Comparação das características físicas de vários tipos de óleo

	Gravidade específica	Ponto de pureza	Ponto de ignição Viscosidade	Ponto de ebulição		
Óleo cru	0,8 a 0,95	5 a 40	20 a 1000	- 35 a 10	variável	30 a 500
Gasolina	0,65 a 0,75	60	4 a 10	na	- 40	30 a 200
Querozene	0,8	50	1,5	na	55	160 a 290
Óleo com combustível nº 2	0,85	30	1,5	- 20	55	180 a 360
Óleo com combustível nº 4	0,9	25	50	- 10	60	180 a 360
Óleo com combustível nº 5	0,95	12	100	- 5	65	180 a 360
Óleo com combustível nº 6	0,98	10	300 a 3000	2	80	180 a 500

Fonte: ITOPF - The International Tanker Owners Pollution Federation

3.2. TOXICOLÓGICOS

De modo geral, a intensidade do impacto e tempo de recuperação tendem a ser, diretamente proporcionais à quantidade de óleo presente em um ambiente ou local restrito. Esta é uma correlação clara, apesar de, na prática, haverem exceções, onde vazamentos menores causam mais impacto biológico do que grandes vazamentos. As características químicas do produto definem a principal via de impacto (físico ou químico). Aspectos como a duração da exposição dos organismos ao poluente e a condição do mesmo durante o contato (intemperizado, emulsificado, pelotas, etc) também são importantes.

As duas vias principais nas quais o óleo causa impactos os organismos marinhos são o efeito físico resultante do recobrimento e o efeito químico, associado à toxicidade dos compostos presentes. Todos os impactos observados são resultantes de um e/ou de outro efeito. É importante ressaltar que os efeitos não são excludentes, mas podem ocorrer simultaneamente em um vazamento de óleo. A diferença está centrada na combinação entre densidade e toxicidade do óleo vazado e sua variação com o tempo. Nos óleos de alta densidade, o efeito físico de recobrimento é predominante, enquanto que nos óleos de baixa densidade o efeito químico é o mais representativo.

Figura 3.2. Recobrimento físico em sedimento de praia devido a um derrame de óleo pesado



Fonte: Cetesb.sp.gov.br

Uma vez que os compostos mais tóxicos são os componentes mais solúveis e voláteis, o impacto químico é maior nos primeiros dias após o derramamento. Normalmente em poucos dias, a concentração de grande parte dos agentes de maior toxicidade já foi intensamente reduzida pelo intemperismo (ITOPF, 2002). Santelices et al (1977) também indicaram que outros componentes do óleo também possuem efeitos químicos, como os hidrocarbonetos saturados que possuem efeitos anestésicos e necrosantes. Os alcanos, popularmente conhecidos como as parafinas, os quais representam grande parte do óleo cru, podem causar efeitos anestésicos e narcotizantes.

O contato dos organismos com frações tóxicas do óleo pode levar à morte por intoxicação, especialmente associada às frações de compostos aromáticos. Entre os componentes mais tóxicos estão o benzeno, tolueno e xileno. Estas substâncias apresentam considerável solubilidade em água (especialmente o benzeno), o que torna os organismos marinhos mais vulneráveis uma vez que absorvem estes contaminantes pelos tecidos, brânquias, por ingestão direta da água ou de alimento contaminado. Os hidrocarbonetos de baixo peso molecular (C12 a C24) apresentam intenso efeito tóxico agudo, principalmente devido a sua elevada solubilidade e conseqüente biodisponibilidade (GESAMP, 1993).

Um grupo especial dentro dos aromáticos, agrupa os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, conhecidos como HPA's ou PAHs. Sabe-se que estes compostos, formados por múltiplos anéis de benzeno, são mais resistentes a biodegradação microbiológica, e bastante persistentes no ambiente. São fortemente adsorvidos nos sedimentos, persistindo por muitos anos no ambiente. Alguns

exemplos mais comuns de HPA's presentes no petróleo e derivados são o Naftaleno, Antraceno, Fenantreno e Benzopireno e seus vários isômeros.

Os HPA's são especialmente tóxicos e potencialmente carcinogênicos ao homem (Cole, 1994) e aos organismos marinhos. Segundo GESAMP (1991), há fortes evidências que os HPAs são capazes de causar câncer em peixes e moluscos. Sua atividade mutagênica está fortemente relacionada com o formato e estrutura molecular. A forma molecular dos isômeros dos PAHs portanto, está diretamente relacionada com a atividade biológica e conseqüentemente com sua toxicidade (Donnelly, et al, 1998). PAHs são solúveis em solventes orgânicos, mas apresentam baixa solubilidade em água. De modo geral, quanto maior o peso molecular, mais baixa a solubilidade.

Tumores em organismos marinhos como moluscos, briozoários e algas estão associados à contaminação por aromáticos / poliaromáticos (Johnston, 1976). Segundo EPA, estudos com animais reportam alterações enzimáticas nas mucosas do trato gastrointestinal e aumento no peso do fígado, a partir da ingestão de PAHs (efeito agudo). Distúrbios no fígado, sistema imune, leucemia, câncer e tumores no pulmão e estômago são alguns dos efeitos reportados destes compostos. Os compostos aromáticos mais solúveis penetram na corrente sanguínea a partir da pele ou da ingestão, podendo ser filtrados pelo sistema excretor e eliminados na urina. Os aromáticos têm potencial capacidade de causar danos nas células sanguíneas, nos tecidos ósseos (medula óssea) e no sistema nervoso. Causam irritações e dermatite na pele, mucosas e olhos.

A tendência destes compostos serem incorporados nos tecidos adiposos (gordurosos) e de causarem danos em órgãos como fígado e rins de seres humanos é comprovada (Cole, 1994), podendo também afetar de forma análoga os tecidos de vertebrados marinhos após um derrame de óleo.

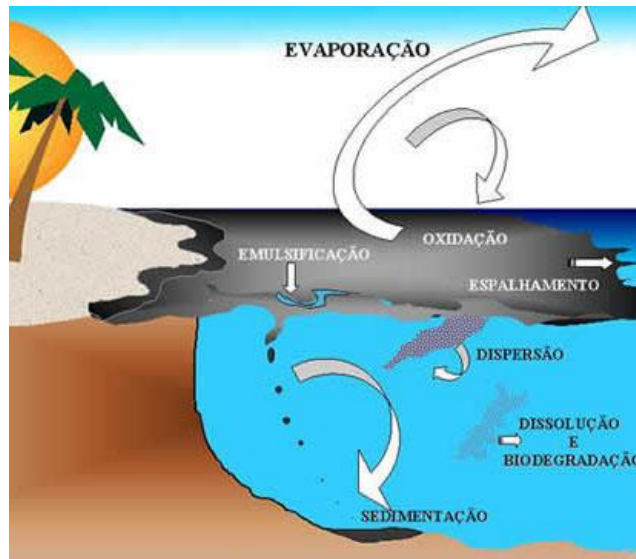
Considerável conhecimento já existe sobre os efeitos dos hidrocarbonetos do petróleo no ser humano. No entanto, apesar dos estudos crescentes, pouca informação está disponível sobre os efeitos específicos destas substâncias nos

organismos marinhos, especialmente após acidentes envolvendo vazamento de óleo no oceano.

A toxicidade aguda (exposição em curto período de tempo, mas em elevadas concentrações) e a toxicidade crônica (exposição longa, e com baixas concentrações) geram respostas diferentes nos organismos e na comunidade como um todo. A tendência de se classificar uma situação como menos estressante que a outra deve ser considerada com muita cautela, pois as consequências destes impactos são resultantes de uma complexa variedade de interações e características do ambiente, dos organismos atingidos, e do próprio óleo. Da mesma forma as respostas do ecossistema ao estresse são complexas e difíceis de serem interpretadas.

4. COMPORTAMENTO DO PETRÓLEO NA COLUNA D'ÁGUA

Figura 4.1 *Destino do óleo derramado*



Fonte: universodopetroleo.com.br

Após um derrame, o óleo sofre vários processos mecânicos, químicos e biológicos chamados conjuntamente de intemperismo, que ocasiona a sua desintegração e a decomposição. A taxa destes processos é influenciada pelas condições de mar e vento, sendo que é mais efetiva nos primeiros períodos do derrame. De um modo geral, os principais fatores responsáveis pelo comportamento do petróleo no mar são os seguintes:

4.1. ESPALHAMENTO

Nos primeiros momentos de um derrame, esse é um dos processos mais expressivos. É influenciado pelas condições climáticas e oceânicas, assim como por outros processos como evaporação, dissolução, entre outros, e depende do tipo de óleo derramado.

4.2. OXIDAÇÃO

É a reação das moléculas de hidrocarbonetos com o oxigênio, ou quebrando-se ou combinando-se, promovida pela luz solar. A oxidação se dá em velocidade muito pequena, tendo efeito menor em relação aos outros processos.

4.3. DISPERSÃO

Mar agitado, com ondas e turbulência, quebra a mancha produzindo gotas de óleo de diversos tamanhos. As gotas menores ficam em suspensão na coluna d'água, sofrendo processos como biodegradação e sedimentação. A taxa de dispersão depende do tipo de óleo, o grau de intemperismo em que se encontra e do estado do mar, sendo mais propenso a se estabelecer na presença de ondas mais agitadas que se quebram.

4.4. EVAPORAÇÃO

Depende da volatilidade do óleo derramado associado às condições climáticas. Grandes ondas, ventos fortes e mar agitado facilitam a evaporação do óleo, que pode perder até 25% do volume no primeiro dia de um derrame (óleo leve).

4.5. EMULSIFICAÇÃO

Processo em que o óleo tende a absorver a água, formando emulsões de água no óleo, favorecido pelas condições de mar moderadas a encrespadas. Porém, emulsões podem se separar em água e óleo novamente quando as condições de mar forem calmas ou quando estiverem encalhados na costa, e se forem aquecidos pela luz solar. Alguns tipos de óleo formam emulsões estáveis que são chamadas de “mousse de chocolate”. O óleo emulsificado é de baixa degradabilidade e pode aumentar o volume de poluente em até quatro vezes.

4.6. DISSOLUÇÃO

Uma parte dos hidrocarbonetos pode passar em solução para a coluna de água, dependendo de vários fatores como: composição do óleo, extensão da mancha, temperatura da água, turbulência e grau de dispersão. Componentes pesados do óleo cru não se solubilizam, ao passo que os mais leves, como benzeno

e tolueno (hidrocarbonetos aromáticos) têm maior solubilidade em água. Porém, estes componentes são os mais voláteis e são perdidos muitas vezes por evaporação mais rapidamente que por dissolução. Concentrações de hidrocarbonetos dissolvidos, então, raramente excedem uma parte por milhão e a dissolução não tem contribuição significativa para a remoção de óleo da superfície do mar.

4.7. BIODEGRADAÇÃO

Consiste na degradação do óleo por bactérias e fungos naturalmente presentes no mar. A taxa de biodegradação é influenciada pela temperatura e disponibilidade de oxigênio e nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo.² Pesquisas desenvolvidas mostraram que diversos grupos de bactérias e fungos têm habilidade para degradar os componentes de petróleo. As bactérias, responsáveis pela degradação do óleo estão presentes no mar e tendem a ser mais abundante em áreas muito poluídas. Após um derramamento de óleo, essas bactérias encontram nos componentes do óleo uma fonte de carbono, iniciando o processo chamado de biodegradação. Observa-se que este processo ocorre apenas quando existe água e óleo, sendo praticamente impossível a degradação do óleo na linha da costa devido à falta de água.

4.8. SEDIMENTAÇÃO

Parte do petróleo sedimenta após adesão com partículas em suspensão ou matéria orgânica presentes na coluna de água. A maioria dos óleos crus não afunda sozinhos na água do mar devido à sua densidade menor que a da água. Por isso é necessária a união com outras partículas. Classes de óleo com densidade maior que 1 têm maior tendência à sedimentação. Uma vez sedimentado, os processos de degradação do óleo são drasticamente reduzidos.

5. PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA VAZAMENTO DE ÓLEO NO MAR

Figura 5.1. *Vazamento de óleo*



Fonte: lagoanovadestaque.com

Apesar dos significativos avanços tecnológicos nas atividades de exploração, armazenamento e transporte de petróleo e de seus derivados, existe a possibilidade de um acidente acontecer e de gerar poluição ambiental. As consequências podem (e devem) ser reduzidas e, para tanto, o Plano de Contingência é uma ferramenta fundamental. O termo contingência, segundo o dicionário (AURÉLIO, 1999), significa um fato incerto que pode ou não ocorrer, daí a importância do preparo e do planejamento. Este fato incerto pode ser um incidente ou um acidente. A diferença entre estes termos é que o incidente é um evento imprevisto e indesejável que poderia ter resultado em algum tipo de dano à pessoa (de um ferimento leve até a morte), ao patrimônio (próprio ou de terceiros) ou ainda em impacto ao meio ambiente (aos ecossistemas, à fauna e à flora) mas não resultou. Já o acidente é o evento que efetivamente gerou danos humanos, materiais e ambientais. Assim, para otimizar a capacidade de resposta e minimizar as consequências negativas destes eventos, as instalações que manipulam substâncias perigosas devem possuir um Plano de Contingência bem elaborado, isto é, simples, objetivo e funcional com equipes bem capacitadas.

Depois dos desastres ecológicos e socioeconômicos envolvendo o petroleiro Exxon Valdez no Alasca (EUA) em 1989, as críticas feitas pela mídia demonstraram que não bastava a empresa ter um plano de contingência bem redigido se não

houvesse preparo (treinamentos e simulados frequentes) e recursos rapidamente disponíveis. Este episódio no Alasca e os ataques militares da Guerra do Golfo Pérsico em 1992 foram importantes para motivar a aprovação da OPRC 90 - Oil Pollution Preparedness, Response and Co-Operation (Convenção Internacional sobre Preparo, Responsabilidade e Cooperação em casos de Poluição). A OPRC foi estabelecida pela IMO - International Maritime Organization ou OMI - Organização Marítima Internacional em 1990, passou a vigorar em 1995 com a adesão de 90 nações, incluindo o Brasil. Entre outros objetivos visa incentivar os países signatários a implantar o Plano Nacional de Contingência, bem como desenvolver e manter capacitação adequada para lidar com emergências relacionadas aos vazamentos de óleo. Mais informações acessar (www.imo.org) e legislação e convenções.

O Plano de Contingência (PC) define a estrutura organizacional, os procedimentos e os recursos disponíveis para resposta a eventos de poluição por óleo no mar, nos diversos níveis operacionais ou de ações requeridas seja ela local, regional ou nacional (SOUZA FILHO et al, 2005). Também pode-se dizer que representa o estado de preparação dos atores envolvidos para atender à uma ocorrência acidental (ITOPF, 1985; CALIXTO, 2000; USCG, 2000). Pode ser elaborado após a realização de Estudos de Análise de Riscos das instalações (EARs), onde os cenários e as hipóteses acidentais são identificados e detalhados. Com base neste estudo é possível estimar as descargas de pior caso; o provável deslocamento das manchas de óleo; o dimensionamento da capacidade de resposta, bem como as áreas sensíveis que poderiam ser atingidas.

Categorias de vazamentos e níveis de resposta dependendo das dimensões e da gravidade dos acidentes, os derrames de óleo no mar são classificados em diferentes categorias de volumes e níveis de resposta:

Quanto ao volume, são apresentadas quatro classificações sendo três internacionais e uma nacional:

Tabela 5.1 Classificações do vazamentos

Pequenos vazamentos	Vazamentos médios	Grandes vazamentos
<i>ITOPF: International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF, 1985)</i>		
Até: 7m ³	Entre: 7 e 700 m ³	Acima de: 700 m ³
<i>Plano Nacional de Contingência dos Estados Unidos (USCG, 2000)</i>		
Até: 38 m ³	Entre: 38 e 380 m ³	Acima de: 380 m ³
<i>Plano Nacional de Contingência da Austrália (AMSA, 1999)</i>		
Até: 10 m ³	Entre: 10 e 1000 m ³	Acima de: 1000 m ³
<i>Brasil: referência presente na Resolução CONAMA No 293/2001</i>		
Até: 8 m ³	Entre: 8 e 200 m ³	Acima de: 200 m ³

Observando as diferenças neste quadro, fica claro que não há uniformidade para agrupar as categorias quanto aos volumes liberados. Esta classificação é relativa, seja para um país seja para uma região específica, isto porque é preciso considerar a localização da fonte poluidora e as áreas sensíveis ao seu entorno. Este aspecto é muito importante na estruturação dos PCs, pois determinam os níveis de complexidade de resposta e proteção das áreas sensíveis e vulneráveis. Assim sendo, o vazamento de 1.000 m³ de óleo de uma plataforma em alto mar poderia ser considerado pequeno quando comparado ao vazamento do mesmo volume de um oleoduto no manguezal.

5.1. DEFININDO PLANO DE CONTINGÊNCIA

Na perspectiva de Souza Filho et al (2005) Plano de Contingência (PC) é definido como a estrutura organizacional, os procedimentos e os recursos disponíveis para resposta a eventos de poluição por óleo no mar, nos diversos níveis operacionais ou de ações tomadas seja ela local, regional ou até nacional.

Conforme o ITOPF (1985), o Plano de Contingência representa o estado de preparação dos atores envolvidos para atender a uma ocorrência acidental.

Os Planos de Contingência devem estar de acordo com a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios (MARPOL), usado

como guia para auxiliar o Comandante a atender as demandas de uma descarga de grandes proporções, caso a embarcação esteja envolvida. Também busca conscientizar a tripulação da importância do preparo para emergências, através de exercícios constantes, padronizando os procedimentos e combate à poluição por óleo e seus derivados.

Segundo a International Tanker Owners Pollution Federation - ITOPF (2004), a maximização dos planos de contingência ocorre quando os mesmos são divididos em duas partes distintas: Estratégica e Operacional. A principal função do plano estratégico é estabelecer as estratégias de resposta;

Os procedimentos sejam eles de treinamento, simulados ou até atualização real, necessitam das pessoas envolvidas e seus papéis. Têm algumas características que devem ser levadas em consideração, no caso a abrangência geográfica, as prioridades de atuação e proteção. Quanto à parte operacional devem-se descrever os procedimentos a serem seguidos para:

Comunicação de incidentes;

Avaliação de cenários em andamento;

Acionamento e execução da resposta;

Comunicações entre os grupos executores e para o público externo;

e procedimentos de encerramento.

5.2. OBJETIVOS DO PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA NAVIOS PETROLEIROS

Em navios tanque existe uma preocupação maior, já que seu produto de transporte principal é à base de petróleo, diferente das funções de outras embarcações, *como conteneiro e graneleiros, por exemplo.*

São alguns dos principais objetivos:

Assegurar uma ação eficiente e rápida para minimizar o efeito de qualquer descarga de carga no mar;

Resumir os procedimentos informativos de forma breve e clara para a Empresa e órgãos governamentais de meio ambiente;

Identificar e resumir os deveres das equipes responsáveis e da tripulação para garantir uma resposta de ação eficiente e responsável;

Providenciar uma lista completa com nomes e telefones/fax das pessoas chaves com seus respectivos canais de comunicação;

Providenciar o envio dos procedimentos de notificação para os países e órgãos federais;

Providenciar os procedimentos para manter a estabilidade do navio no caso de acidente poluente; Mantendo sua estabilidade;

Providenciar os procedimentos para combate, contenção e recolhimento de qualquer descarga poluente;

Exercícios de rotina envolvendo as partes interessadas deverão assegurar que, tanto a tripulação como o pessoal de terra, estejam familiarizados com o conteúdo do plano de emergência e qualquer deficiência deve ser destacada e corrigida. O plano de emergência não deve ser emitido e depois ignorado, mas deve ser rotineiramente revisto e atualizado para preservar a veracidade dos dados e das informações que ele contém.

Um efetivo plano de emergência servirá para promover uma ação prática e treinada quando as pessoas estiverem à frente de uma situação de emergência.

5.3. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO

Conforme a regra 37 do Anexo I da MARPOL 73/78, quando o navio é envolvido em um incidente onde resulta, ou poderá resultar, na descarga de óleo, o Comandante é obrigado, a relatar imediatamente os detalhes do incidente à autoridade local mais próxima, através da comunicação mais rápida que possui. A notificação imediata e correta para todas as partes envolvidas, incluindo a ação corretiva efetuada, sendo de grande importância para o sucesso do plano de emergência.

Os procedimentos de notificação a seguir contêm instruções para os tripulantes da embarcação envolvida.

5.3.1. Relator do Incidente

Conforme o MARPOL Protocolo I, o Comandante, ou a pessoa encarregada do navio, é o responsável por relatar as particularidades do incidente na forma mais completa possível, No caso de o navio ser abandonado depois de um acidente, ou o relatório do navio estar incompleto ou que não possa ser obtido; o armador, o afretador, o gerente, o operador do navio ou seu agente deve, na extensão mais completa possível, nesta ordem obrigatoriamente, assumir as obrigações do Comandante.

5.3.2. A Informação que deve ser emitida

O relatório deve ser feito quando um incidente envolver uma descarga efetiva ou uma provável descarga de óleo.

É exigido um relatório para a Autoridade Costeira mais próxima nos seguintes casos de descarga efetiva:

Uma descarga de óleo, acima do nível permitido, resultante de avaria do navio ou de equipamento ou com o propósito de garantir a segurança do navio ou salvar vidas no mar ou;

Uma descarga de óleo durante a operação do navio, em excesso de quantidade ou taxa instantânea permitida sob a presente Convenção MARPOL 73/78.

Já nos casos de derramamento provável, se existe a probabilidade de descarga o relatório deve ser feito, os seguintes fatores devem ser considerados para essa questão:

A natureza do dano, falha ou avaria do navio, máquina ou equipamento;

Os estados do mar e do vento, a proximidade da terra e outros perigos à navegação, e o tráfego;

A possível direção do movimento da mancha e as áreas sensíveis que podem ser afetadas.

Mesmo sendo impraticável elaborar definições precisas sobre todos os tipos de incidentes envolvendo uma provável descarga que poderiam garantir a obrigação de relatório. Os relatórios devem ser feitos em caso de sinistro, seja falha ou avaria que afetem a segurança do navio, como colisão, encalhe, incêndio, explosão, falha estrutural, alagamento, falha ou avaria de máquinas ou equipamentos que resultem numa ameaça à segurança de navegação.

Em caso de dúvida, o Comandante sempre deve emitir o relatório.

5.3.3. Quem Deve ser Notificado

As Autoridades Costeiras e Portuárias

O Comandante é o responsável por fazer os relatórios iniciais para as Autoridades Costeiras e Portuárias para providenciar o combate/contenção e minimizar os danos de um incidente de poluição. Lembrando que, no em um incidente sério, a prioridade da tripulação deverá ser de salvar vidas que esteja em perigo e em tomar medidas para controlar e minimizar os efeitos do vazamento. Este processo é iniciado com o relatório inicial exigido pelo Artigo 8 e Protocolo I da Convenção MARPOL.

O Plano de Emergência fornece detalhes de todos os contatos a serem avisados no evento de um incidente na forma de Listas de Contatos.

Empresa

No caso do Brasil, se ocorrer um derrame de óleo, ainda que pequeno, o Comandante deve avisar imediatamente ao coordenador da área local ou regional da sua empresa e ao representante local do Clube P&I.

A medida tomada pelo representante deve ser avisar os passos que serão tomados para informar às Autoridades locais, ao órgão ambiental e fará arranjos para a representação legal e atendimento de vistorias, caso necessário. Também é

competência do representante da empresa dar assistência ao Comandante para lidar com as Autoridades locais.

As notificações com os contatos de interesse do navio são transmitidas após a transmissão do Relatório Inicial para a Autoridade Costeira mais próxima. Os contatos podem ser feitos por meio de telefone, fax, VHF ou outro meio de comunicação.

No caso de o derramamento ocorrer no mar, por consequência operacional ou acidental, como colisão ou encalhe, os procedimentos para emissão de relatório devem ser realizados transmitidos imediatamente.

Os planos de emergência possuem um relatório padrão e um guia de quem deve ser avisado e que contatos devem ser feitos numa situação emergencial.

Em grande parte dos países europeus, o relatório deve ser enviado para o Capitão dos Portos. O agente deve informar ao Comandante, na chegada no porto, das Autoridades locais que devem ser avisadas no caso de um incidente com poluição.

Transmissão dos Relatórios

Como estabelecido, o Comandante tem a obrigação de relatar o incidente ao país costeiro mais próximo. A total cooperação deve ser dada às Autoridades e todas as informações devem ser fornecidas.

Tais relatórios devem ser transmitidos para a Estação Costeira mais próxima, na frequência própria de rádio. Se o navio não conseguir contatar a estação rádio costeira de VHF ou SSB, deve transmitir para a estação costeira por outro sistema de comunicação de satélite apropriado;

Quando o navio estiver dentro ou próximo a uma área onde já existe um sistema de transmissão de relatórios já previamente estabelecido (RCC – “Rescue Coordination Centre”), para a estação de rádio designada desse sistema, o Comandante deve entrar em contato através da estação estipulada.

5.3.4. Informações Fornecidas

O relatório inicial deve conter os preenchimentos dos seguintes itens:

Nome do navio, prefixo, bandeira;

Data e Hora GMT do acidente;

Posição do navio (em coordenadas ou marcação e distância de um ponto de terra);

Rumo Verdadeiro;

Velocidade na hora do acidente;

Informações da derrota pretendida;

Detalhes sobre a estação rádio e sua frequência ou outro meio a ser utilizado para comunicações;

Tipo e Quantidade de carga a bordo;

Detalhes dos defeitos, danos, deficiências e outras limitações, incluindo as condições do navio e possibilidade de transferência de carga, lastro ou combustível;

Detalhes sobre a poluição: carga, quantidade estimada, se ainda continua o vazamento, causa e, se possível, o movimento da mancha;

Condições de mar e tempo;

Nome, endereço e telefone do armador;

Detalhes de comprimento, boca, tonelagem e tipo do navio; e

Outras informações que julgadas necessárias

5.3.5. Relatórios de Acompanhamento

Já transmitido o primeiro Relatório para as Autoridades de terra, os outros relatórios devem ser regularmente enviados para as Autoridades e a Empresa, a fim de que eles fiquem informados de como o incidente está se desenvolvendo. Relatórios Adicionais incluir o máximo de informações para a proteção do meio

ambiente marinho. Os relatórios devem explicar quaisquer mudanças significativas, seja nas condições da embarcação, quantidade perdida, causas da perda, condições climáticas, ações tomadas ou salvamentos realizados.

O Comandante de um navio que presta assistência ou salvamento deve relatar minuciosamente as ações tomadas.

Os afretadores devem também ser avisados de detalhes do contato com o coordenador local apontado para controlar a limpeza.

O P&I Club, ou seu correspondente local, deve ser avisado de qualquer informação. No curso normal dos eventos o representante obterá um Vistoriador local para avaliar a extensão, a fonte, a causa do derrame e o monitoramento das alterações de limpeza. Quanto ao combate à poluição, o Armador de Petroleiros tem acesso aos serviços técnicos grátis providenciados pelo “International Tanker Owner Pollution Federation” (ITOPF).

5.3.6. Controle de Derrames

Os tripulantes da embarcação são os primeiros a agir, de modo a mitigar e controlar um derramamento de óleo do navio. Este plano é um planejamento para o Comandante nas ações a serem tomadas em algumas situações de emergência.

Os procedimentos descritos a seguir, estão indicados como listas de verificação. As listas de verificação apresentam cada medida para situação e o tripulante responsável, de forma a organizar a ação em caso de emergência.

5.4. TREINAMENTOS E SIMULAÇÕES

Uma vez consolidados os planos de emergência individuais (das empresas), ou mesmo os Planos de Contingência nos seus diferentes níveis (local, regional, nacional), os exercícios simulados são fundamentais para validá-los e para o treinamento e preparação dos elementos participantes. Por isso mesmo, os simulados são itens obrigatórios nos capítulos referentes a treinamento e preparação dos planos de emergência/contingência.

Segundo IPIECA (1996), um programa de exercícios simulados precisa preparar progressivamente as equipes de resposta para que desempenhem efetivamente suas funções de acordo com todas as situações preconizadas no plano de contingência. Logicamente, o principal teste da eficiência destes planos é a sua aplicação em situação real.

Dentro deste contexto, é adequado reproduzir aqui os princípios norteadores para o planejamento dos exercícios simulados, bem como as considerações mais importantes apresentadas em IPIECA (op cit.):

Princípios norteadores para a realização de exercícios simulados:

- Garanta que o manejo / gerenciamento em todos os níveis (topdown) suporte as atividades do exercício
- Estabeleça objetivos claros, realísticos e mensuráveis para o exercício;
- A meta do exercício é melhorar, não impressionar;
- Exercícios mais simples, e mais frequentes, levam inicialmente a melhoras mais rápidas;
- Não enfrente exercícios complexos sem pessoal experiente e competente;
- Muitas atividades, locações e participantes podem complicar ou mesmo desestruturar um exercício;
- Sucesso na avaliação é tão importante quanto o sucesso na condução do simulado;
- Planejamento e condução de um exercício bem sucedido devem ser reconhecidos como uma significativa realização.

Consideramos a existência de quatro categorias básicas de exercícios:

Exercícios de notificação

Pratica-se os procedimentos de alerta e acionamento predefinidos no Plano de Emergência. Pode testar o sistema de comunicação, o tempo de resposta, a

eficiência no repasse de informação, a disponibilidade dos coordenadores e responsáveis, bem como dos substitutos (back-up personal). Avalia também os procedimentos de levantamento preliminar de informações, planilhas e questionários. Pode ser conduzido em qualquer dia ou hora, programado ou não.

Exercícios tabletop

Exercícios com base teórica, envolvendo discussões sobre diferentes cenários possíveis ou previstos nos estudos de análise de risco. Neste importante exercício, após o informe do acidente, é desencadeado o fluxograma de acionamento, e todas as etapas do exercício de notificação. São também conduzidas as orientações das ações de resposta, liberação de recursos, frentes de trabalho, estabelecimentos de prioridades. Todos os focos do plano de contingência são abordados.

Exercício de uso de equipamentos

Nestes simulados, ocorre o treinamento prático das operações de resposta, nas fases de contenção e remoção em mar, bem como proteção e limpeza da costa. É fundamental para o pessoal operacional estar familiarizado e bem treinado para o lançamento de equipamentos e manejo dos mesmos durante a emergência.

Manejo de acidentes

Este é um exercício mais completo e complexo, envolvendo todas as atividades de um evento real, previstas no plano de contingência. Nesta fase, os simulados realmente testam a habilidade do grupo de resposta em atender adequadamente uma emergência. Envolve complexa estrutura, inclusive com a participação de terceiros (meio ambiente, prefeituras, etc), todos assumindo suas responsabilidades pré-definidas no plano.

Figura 5.2. Exercício simulado desenvolvido pela PETROBRAS em São Sebastião



Fonte: diarioonline.com.br

5.5. CONTENÇÃO E REMOÇÃO

A contenção do óleo sobrenadante e sua subsequente remoção requer o uso de diversos tipos de barreiras de contenção e diferentes equipamentos de remoção. A capacidade de resposta aos derrames permeia fatores como rapidez e eficiência do acionamento das equipes; quantidade, disponibilidade e aplicabilidade dos equipamentos de combate; quantidade e disponibilidade de pessoal qualificado para o trabalho e condições meteorológicas e oceanográficas na ocasião do acidente. A rápida contenção e remoção do óleo derramado é vital para se evitar a contaminação de outra áreas.

Figura 5.3. Lançamento de barreira de contenção



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill Response

A contenção do óleo é normalmente realizada com a utilização de barreiras de contenção que concentram o óleo para seu posterior recolhimento. Existem vários tipos e modelos de barreiras, manufaturadas com diferentes tipos de material.

A escolha do tipo de barreira está associada a fatores como cenário acidental, tipo do óleo, condições ambientais, etc.

Figura 5.4. Lançamento de barreira de contenção



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill Response

Existem tipos especiais de barreiras como barreiras absorventes, barreiras anti-fogo, barreiras de bolha e barreiras de praia que têm utilização em cenários mais específicos.

Figura 5.5. Barreira absorvente



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill Response

Há que se lembrar que geralmente a colocação e lançamento das barreiras é realizada através de embarcações que devem apresentar dimensões e motor com potência suficiente para deslocar o conjunto em certas condições de mar.

Tabela 5.2. Características estruturais das barreiras de contenção

<i>Local de Uso</i>	<i>Tipo</i>	<i>Borda Livre (cm)</i>	<i>Saia (cm)</i>	<i>Carga (t)</i>	<i>Vento (nós)</i>	<i>Corrente (nós)</i>	<i>Volume (m³/100m)</i>
<i>Águas interiores</i>	<i>leve</i>	<i>12 a 25</i>	<i>20 a 45</i>	<i>1 a 3</i>	<i>até 15</i>	<i>0,7 a 1,0</i>	<i>1,0 a 1,5</i>
<i>Águas abrigadas</i>	<i>fixa</i>	<i>25 a 40</i>	<i>40 a 65</i>	<i>3 a 8</i>	<i>até 5</i>	<i>0,7 a 1,0</i>	<i>1,5 a 3,0</i>
<i>Oceânicas</i>	<i>pesada</i>	<i>40 a 115</i>	<i>65 a 125</i>	<i>15 a 35</i>	<i>até 30</i>	<i>0,1 a 1,5</i>	<i>3,0 a 6,0</i>

Existem vários modos de configurar barreiras no mar como as chamadas configurações em "J", "U" ou "V". A escolha de um ou outro procedimento está

associada à disponibilidade de recursos e condições meteorológicas e oceanográficas.

Figura 5.6. *Contenção e remoção com barcaça recolhedora.*



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill Response

Além da utilização para contenção do óleo, as barreiras podem também ser úteis para defletir manchas e proteger locais. No primeiro caso as manchas são desviadas para locais menos vulneráveis ou mais favoráveis à aplicação de técnicas de remoção. No segundo caso, as barreiras são colocadas em locais estratégicos a fim de evitar que manchas atinjam áreas de interesse ecológico ou socioeconômico.

Na maioria das vezes a contenção do óleo é trabalhado conjuntamente com ações de remoção do produto. Para tanto uma série de equipamentos ou materiais podem ser utilizados como "skimmers", barcaças recolhedoras, cordas oleofílicas, caminhões vácuo, absorventes granulados, entre muitos outros. A aplicabilidade de cada um deles está associada a fatores como tipo de óleo; extensão do derrame; locais atingidos; acessos e condições meteorológicas e oceanográficas.

Figura 5.7. Skimmer de disco e Skimmer de fita



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response

Figura 5.8. *Barcaças recolhedoras*



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response

5.6. LIMPEZA DE AMBIENTES COSTEIROS

Comumente as ações realizadas em mar apresentam moderada eficiência; apenas parte do óleo derramado é contida e removida do mar. Dependendo do local do derrame, a chance de ambientes costeiros serem atingidos é muito grande e quando isso ocorre, estratégias de limpeza devem ser utilizadas. Cabe ressaltar que a grande maioria destes métodos causa algum tipo de dano adicional, podendo gerar impactos maiores que os do próprio petróleo. A escolha da(s) técnica(s) mais adequadas a serem utilizadas é então crucial para a minimização dos danos ecológicos nos ambientes atingidos.

É fundamental que qualquer procedimento de limpeza a ser aplicado se faça após o óleo ter sido, pelo menos em grande parte, retirado das águas próximas aos locais atingidos. De outra forma, ambientes recentemente limpos podem vir a ser novamente contaminados, sendo necessária a reutilização dos procedimentos de limpeza, podendo acarretar danos à comunidade já perturbada pelo óleo e pela manipulação de limpeza. Além disso, mais resíduos são gerados desnecessariamente.

Absorventes

Produtos com propriedades oleofílicas, orgânicos (turfa, palha de pinho), sintéticos ou minerais. Podem se apresentar na forma granulada ou envolvidos em tecidos porosos formando "salsichões" ou "almofadas", sendo aplicados diretamente sobre o óleo. O uso de absorventes é um método bastante útil, do ponto de vista

ecológico, pois causa prejuízos mínimos ao ambiente. Diversos produtos estão disponíveis no mercado, sendo que a escolha do melhor absorvente deve ser feita criteriosamente, levando-se em conta as características do óleo, do ambiente e do próprio absorvente. Turfa vegetal e outros compostos naturais são os produtos mais utilizados nos vazamentos de óleo.

Figura 5.9. Aplicação de turfa vegetal



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response

Remoção manual

Retirada manual do óleo do ambiente com utensílios como rodos, pás, latas, baldes, carrinhos de mão e tambores. Propicia o acesso e limpeza de locais restritos como fendas, poças de marés, e conjunções de rochas, bem como áreas mais extensas como praias de areia. É um método de limpeza mais trabalhoso. No entanto, causa menos danos ao ambiente. Tem comprovada eficiência em ambientes como praias e costões rochosos.

Figura 5.10. Limpeza manual de costões rochosos e praias



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response

Limpeza natural

Mecanismo natural de limpeza e remoção do óleo como ondas, correntes, marés, ventos, chuvas, biodegradação, volatilização, solubilização, fotoxidação,

dispersão, entre outros, atuando no ambiente atingido pelo óleo, com eficiência variável, de acordo com as características físicas do ambiente e do próprio óleo. Este procedimento é normalmente priorizado em muitos casos uma vez que não causa danos adicionais à comunidade. No entanto, normalmente, conjuga-se a este procedimento outros métodos de limpeza.

Figura 5.11. Limpeza natural



Corte da vegetação

A vegetação impregnada com petróleo pode ser retirada mecanicamente ou manualmente. Embora as experiências envolvendo corte de vegetação sejam limitadas, pode-se dizer que a eficiência desta técnica de limpeza é baixa. Utiliza-se este procedimento para macrófitas aquáticas tais como gramíneas marinhas.

Bombeamento a vácuo

O óleo é aspirado com utilização de caminhões-vácuo ou bombas-vácuo sendo que nesse caso o óleo é transferido para recipientes como tambores, "bags", etc.

Figura 5.12. Bombeamento a vácuo



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill esponse

Barreiras, esteiras recolhedoras e "skimmers"

Equipamentos de contenção e recolha do óleo da superfície da água. Úteis portanto em situações de acúmulo de óleo em águas adjacentes a ambientes costeiros ou canais de mangues e marismas.

Dispersantes químicos

Agentes químicos que dispersam o óleo na coluna d'água favorecendo sua degradação natural. Técnica que pode evitar a chegada do óleo em locais de maior relevância ecológica/econômica. Sua aplicação está associada à anuência do órgão ambiental competente e deve se basear em legislação vigente específica (Resolução CONAMA n 269 de 14/09/00).

CONCLUSÃO

Os acidentes envolvendo derramamentos de óleo provocam consequências graves no meio ambiente por isso a necessidade de se ter um plano de emergência. As atividades da indústria petrolífera pode representar grande risco para o meio ambiente, a população local não está ciente dos riscos, além de não estar preparada para enfrentá-los. É de responsabilidade das companhias petrolíferas adotarem as medidas necessárias para prevenir, mitigar e remediar acidentes que possam vir a danificar o espaço que todos necessitam, direta ou indiretamente, para viver.

Ficou evidenciado neste estudo que apesar dos vários cuidados tomados no sentido de se rodear de precauções, os acidentes com vazamentos de óleo e demais produtos perigosos continuam a acontecer. Deste modo, a criação e aplicação de um plano de contingência é de extrema importância, com planos de emergência, escolha de rotas para transporte de materiais perigosos, informação e sistemas de alerta, planejamento físico e proteção ambiental.

Os planos de contingência e emergência são documentos onde devem estar definidas as responsabilidades, para atender a uma emergência contendo informações detalhadas sobre as características da área envolvida. São desenvolvidos com o intuito de treinar, organizar, orientar, facilitar e uniformizar as ações necessárias às respostas de controle e combate às ocorrências anormais quando se trata de produtos perigosos.

A grande vantagem de um plano é a tentativa de se evitar danos, fazendo-se o uso dos meios preventivos, consoantes com as regras e legislações aplicáveis e para as situações corretivas buscar a melhor maneira de mitigar o dano causado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <http://www.abnt.org.br>. Acesso em: jun. 2012.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil. Manual de Desastres Humanos. Brasília, 2004.

BRANDÃO, M. V. L. Anotações de aulas da disciplina Plano de Contingência e Salvatagem no Curso de MBA em Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional na Unigranrio, 2005.

CASTRO, A. F. *et al.* Desenvolvimento de um banco de dados Geográficos em um ambiente SIG e suas aplicações na elaboração de mapas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras. Anais XI SBBR, Belo Horizonte, Agosto 2012.

CASTRO FILHO, B. M. *et al.* Documento básico para política nacional de Ciência & Política do mar. CNPq. 2001.

CONSELHO Nacional De Meio Ambiente. (CONAMA) n. 237 de 19 de dezembro de 1997. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em Setembro 2012.

CONSELHO Nacional De Meio Ambiente. (CONAMA) n. 293 de 12 de Dezembro de 2001. em: www.cprh.pe.gov.br/downloads/293de12dedezembrode2001.doc. Acesso em Mar. 2012.

ETKIN, D. - Historical Overview of Oil Spills from All Sources (1960–1998). International Oil Spill Conference (IOSC) 1999. Arlington, EUA, 1999.

IMO – INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION - Petroleum in the Marine Environment. Document MEPC 30/INF. 13. Submetido à IMO pelos EUA na 30ª seção do Comitê de Proteção ao Ambiente Marinho (MEPC). Londres, 1990.

ITOPF – Federação Internacional de Armadores de Petroleiros para Controle da Poluição. Disponível em: <http://www.itopf.com>. Acesso em 20 de fev. 2012.

PEREIRA, R. Impactos Ambientais em Desastres Marítimos. 1ª ed. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2003.

PONS, A. Oliveira, I. Derramamentos de petróleo e consequências para o meio ambiente. Disponível em: <http://www.arvore.com.br>. Acesso em Agosto 2012.

SOPEP - PLANO DE EMERGÊNCIA PARA POLUIÇÃO NO MAR POR ÓLEO. NT LAGES. Rio de Janeiro: Petrobras Transportes. Transpetro. Fevereiro 2012.

TUSIANI, M. The Petroleum Shipping Industry, Volume I. A Nontechnical Overview, Penn Well Publishing Company, Arlington, EUA, 1996.